

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-075887

(43)Date of publication of application : 10.03.1992

(51)Int.Cl. B25J 13/08

(21)Application number : 02-190958

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 19.07.1990

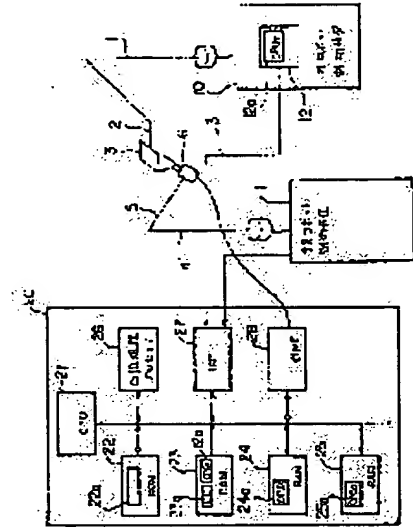
(72)Inventor : WATANABE ATSUSHI

(54) CALIBRATION METHOD FOR VISUAL SENSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily perform the calibration of a camera fitted to an optional robot in a robot system consisting of plural robots, by picking up the image of the pattern plate of one part robot by the camera of the other part robot and composing it so as to perform the calibration of the camera.

CONSTITUTION: The 1st calibration/pattern/data are fed via a communication line to a visual sensor control unit 20 from a 1st robot control unit 10. Then, the visual sensor control unit 20 picks up the image of a pattern plate 3 by the visual sensor 6 fitted to the arm 5 of a 2nd robot 4 and finds the 2nd calibration/pattern/data of the pattern plate based on the image picking up data thereof. Then, the 1st calibration/pattern/data and the 2nd calibration/pattern/data are compared to find calibration/data. Based on this data, the positional recognition of a work on the common coordinates is performed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Best Available Copy

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-75887

⑮ Int.Cl.³

B 25 J 13/08

識別記号

庁内整理番号

8611-3F

⑬ 公開 平成4年(1992)3月10日

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全7頁)

⑭ 発明の名称 視覚センサのキャリブレーション方式

⑯ 特 願 平2-190958

⑰ 出 願 平2(1990)7月19日

⑱ 発 明 者 渡 辺 淳 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社商品開発研究所内

⑲ 出 願 人 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

⑳ 代 理 人 弁理士 服部 毅 巖

明 細 書

1. 発明の名称

視覚センサのキャリブレーション方式

2. 特許請求の範囲

(1) ロボットシステムにおける視覚センサのキャリブレーションを行う視覚センサのキャリブレーション方式において、

第1のロボットのアームにキャリブレーション用のパターン板を取り付け、

第2のロボットのアームに視覚センサを取り付け、

第1のロボット制御装置は前記第1のロボットを、第2のロボット制御装置は前記第2のロボットをそれぞれ共通座標上で制御し、

前記第1のロボット制御装置は、前記共通座標上における、前記パターン板の第1のキャリブレーション・パターン・データを視覚センサ制御装置に送り、

前記視覚センサ制御装置は、前記視覚センサによる前記パターン板の撮像画面から得られた第2のキャリブレーション・パターン・データを求め、

前記第1のキャリブレーション・パターン・データと前記第2のキャリブレーション・パターン・データからキャリブレーション・データを求め、

視覚センサのキャリブレーションを行うことを特徴とする視覚センサのキャリブレーション方式。

(2) 前記第1及び第2のロボットは、3台以上のロボットの任意の組み合わせによって構成され、任意の視覚センサのキャリブレーションを行うことを特徴とする請求項1記載の視覚センサのキャリブレーション方式。

(3) 前記キャリブレーションの完了後、前記第2のロボットが移動したとき、前記第2のロボット制御装置は、前記第2のロボットの移動量を前記視覚センサ制御装置に送り、前記視覚センサ制御装置は、前記移動量、前記視覚センサによるワークの撮像画面から得られた撮像データ、及び前記キャリブレーション・データに基づいて、前記

ワークの共通座標系における位置認識を行うことを特徴とする請求項1記載の視覚センサのキャリブレーション方式。

(4) 前記パターン板は、前記第1のロボットに常時取り付けられている場合と、必要に応じて取り付けられる場合とがあることを特徴とする請求項1記載の視覚センサのキャリブレーション方式。

(5) 前記視覚センサはカメラであることを特徴とする請求項1記載の視覚センサのキャリブレーション方式。

(6) 前記視覚センサはレーザ測長器であることを特徴とする請求項1記載の視覚センサのキャリブレーション方式。

(7) 1個の原点用のドット・パターンと、複数の矩形上に配列されたドット・パターンからなるパターン板を使用することを特徴とする請求項1記載の視覚センサのキャリブレーション方式。

(8) 前記第1のキャリブレーション・パターン・データは、前記視覚センサ制御装置に直接入力されることを特徴とする請求項1記載の視覚セン

サのキャリブレーション方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はロボットシステムにおける視覚センサのキャリブレーション方式に関し、特にロボットに取り付けられたカメラ等のキャリブレーションを行う視覚センサのキャリブレーション方式に関する。

〔従来の技術〕

ロボットシステムでは視覚機能を持たせ、ワークをカメラ等によって撮像し、ワークの位置を認識させて、組立作業、パレタイジング作業等を実行させることが実用化されつつある。また、正確にワークの位置を認識するため、複数のカメラが使用される。このカメラは、ロボットのアームに取り付けられ、ワークの位置が変化しても、それに対応できるようにすることもある。

一方、正確にワークの位置を認識するために、

ロボット座標系と、カメラ座標系との関係をキャリブレーションする必要がある。

ロボットに取り付けられたカメラのキャリブレーションを行う場合、そのカメラの視野内に、専用のキャリブレーション治具を設置する必要がある。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、従来のキャリブレーション治具は、一般に大きく、設置するのに特別のスペースが必要とされ、しかも、ワークのライン上に設置されていた。このため、スペース的に設置が困難であることが多く、設置するのに時間を要していた。

また、キャリブレーション治具の設置位置精度を高くする必要があり、そのための機構が別に設けられていた。このため、コストが高くなっていた。

さらに、このような設置スペース、設置位置精度の問題のために、ロボットシステムにおけるカメラのキャリブレーションを行うのに、手間がか

かり、時間を要していた。

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、ロボットに取り付けられたカメラのキャリブレーションを手軽に、時間をかけずに行うことができる視覚センサのキャリブレーション方式を提供することを目的とする。

また、本発明の他の目的は、キャリブレーション治具を設けるための特別のスペースを必要とせず、治具を容易に設置できる視覚センサのキャリブレーション方式を提供することである。

さらに、本発明の他の目的は、キャリブレーション治具の設置位置精度を高くするための機構を別に設ける必要がなく、その分コストを低減できる視覚センサのキャリブレーション方式を提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明では上記課題を解決するために、

ロボットシステムにおける視覚センサのキャリブレーションを行う視覚センサのキャリブレーション

ョン方式において、第1のロボットのアームにキャリブレーション用のパターン板を取り付け、第2のロボットのアームに視覚センサを取り付け、第1のロボット制御装置は前記第1のロボットを、第2のロボット制御装置は前記第2のロボットをそれぞれ共通座標上で制御し、前記第1のロボット制御装置は、前記共通座標上における、前記パターン板の第1のキャリブレーション・パターン・データを視覚センサ制御装置に送り、前記視覚センサ制御装置は、前記視覚センサによる前記パターン板の撮像画面から得られた第2のキャリブレーション・パターン・データを求め、前記第1のキャリブレーション・パターン・データと前記第2のキャリブレーション・パターン・データからキャリブレーション・データを求め、視覚センサのキャリブレーションを行うことを特徴とする視覚センサのキャリブレーション方式が、提供される。

〔作用〕

このキャリブレーション・データに基づいて、ワークの、共通座標上における位置認識が行われる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

第1図は本発明の視覚センサのキャリブレーション方式を実施するためのロボットシステムの全体の構成図である。

第1ロボット1のアーム2には、パターン板3が結合されている。パターン板3には複数のドットパターンが設けられている。パターン板3の詳細については後述する。

第2ロボット4のアーム5には、カメラ6が結合されている。

第1ロボット1は、第1ロボット制御装置10によって、第2ロボット4は、第2ロボット制御装置11によってそれぞれ制御される。第1ロボット制御装置10及び第2ロボット制御装置11

第1のロボット制御装置は第1のロボットを、第2のロボット制御装置は第2のロボットをそれぞれ共通座標上で制御する。また、第1のロボット制御装置は、共通座標上におけるパターン板の位置データを正確に内部に持っている。すなわち、第1のロボットのアームの先端の座標位置と、パターン板の取り付け寸法から得られた、パターン板の第1のキャリブレーション・パターン・データを持っている。

この第1のキャリブレーション・パターン・データは、第1のロボット制御装置から視覚センサ制御装置に、通信回線を經由して送られる。

視覚センサ制御装置は、第2のロボットのアームに取り付けられた視覚センサによってパターン板を撮像し、その撮像データに基づいて、パターン板の第2のキャリブレーション・パターン・データを求める。次に、第1のキャリブレーション・パターン・データと第2のキャリブレーション・パターン・データを比較し、キャリブレーション・データを求める。

は、各ロボット座標を共通座標に変換する座標変換データを持っており、第1ロボット1及び第2ロボット4を共通座標上で制御する。

第1ロボット制御装置10は第1ロボット1の共通座標上におけるアーム2の先端位置、すなわちTCP（ツール・センタ・ポイント）の座標位置を現在位置として認識している。従って、アーム2のTCPとパターン板3の取り付け寸法から、パターン板3の各ドットパターンの位置である共通座標上でのキャリブレーション・パターン・データをメモリ12に持っている。このキャリブレーション・パターン・データをCPDr12aとする。

一方、視覚センサ制御装置20には第2ロボット4のカメラ6が結合されている。視覚センサ制御装置20は、カメラ6によってパターン板3を撮像し、カメラ6のキャリブレーションを行う。

視覚センサ制御装置20はプロセッサ（CPU）21を中心に構成されている。ROM22にはキャリブレーションを行うためのコントロール

・ソフトウェア22aが格納されており、キャリブレーション動作を制御する。RAM23には後述のキャリブレーション・データ(CD)23aと、第1ロボット制御装置10からのキャリブレーション・パターン・データ(CPDr)12aが格納されている。RAM24には、パターン板3の各ドットの座標位置データ、ドットパターン・データ(DPD)24aが格納される。

プロセッサ21はコントロール・ソフトウェア22aに従って、カメラ6によってパターン板3のドットパターンを撮像する。この撮像データはカメラ・インタフェース28を経由して、RAM25に一旦格納される。この撮像データはカメラ6の撮像面上での各ドットパターンの映像データである。

画像処理プロセッサ26は、この各ドットパターンの映像データと予め格納されたドットパターン・データ(DPD)24aとから、カメラ6のキャリブレーション・パターン・データ(CPDc)25aを求め、RAM25に格納する。

この位置データに基づいて、作業用ロボットは、組立、パレタイジング作業等を行う。この作業は、パターン板を取り外した第1ロボット1が行うようにしてもよいし、第1、第2ロボットと同じ共通座標系にある第3のロボットが行うようにしてもよい。

上記の説明では、第2ロボットのカメラのキャリブレーションを行うようにしたが、第1ロボットにカメラを、第2ロボットにパターン板を結合し、第1ロボットのカメラのキャリブレーションを行う構成とすることもできる。したがって、2台のロボットは、互いに協力して相手のカメラのキャリブレーションを行うことができる。

さらに、上記の説明では、共通座標系上のキャリブレーション・パターン・データ(CPDr)12aは、第1ロボット制御装置10から視覚センサ制御装置20に入力されるように構成したが、CPDr12aの数値データを手入力によって直接視覚センサ制御装置20に入力することもできる。

一方、第1ロボット制御装置10内のキャリブレーション・パターン・データ(CPDr)12aを通信回路13を経由して、インタフェース27から読み取り、RAM23に格納する。

続いて、共通座標系上のキャリブレーション・パターン・データ(CPDr)12aとカメラ座標系上のキャリブレーション・パターン・データ(CPDc)25aとを比較して、カメラ座標系の共通座標系における位置、姿勢の関係を計算する。すなわち、キャリブレーションを行う。この結果をキャリブレーション・データ(CD)23aとして、RAM23に格納する。

このキャリブレーション・データ(CD)23aに基づいて、ワークの、共通座標系上における位置認識が行われる。すなわち、プロセッサ21はカメラ6によってワークを撮像し、その撮像画面から得られたワークの映像データと、RAM23に格納されているキャリブレーション・データ(CD)23aに基づいて、ワークの共通座標系上における位置データを求める。

第2図はパターン板のドットパターンの詳細図である。パターン板3には矩形状にドットパターン3a、3b、3c等が配列されている。これらのドットパターンは理論的に6個あれば足りるが、キャリブレーション・パターン・データを正確に求めるために、25個のドットパターンが設けられている。特に、ドットパターン3aは原点用として他のドットパターンより大きくなっている。

このパターン板3は1種類のみを用意すればよく、それほど大きなものは必要なく、簡単に製造できる。ロボットへの取り付けも容易であり短時間でできる。

第3図(a)、(b)及び(c)は、3台のロボットで互いに相手のカメラのキャリブレーションを行う例を示す図である。第3図(a)において、第1ロボット1にパターン板3が結合され、第2ロボット4、第3ロボット30にカメラ6b、6cが結合されている。第2ロボット4、第3ロボット30は、カメラ6b、6cを移動して、パターン板3がカメラ6b、6cの視野に入るよう

にする。カメラ6b、6cは、パターン板3を撮像する。ここでは図示されていない視覚センサ制御装置によって、各カメラの撮像データが取り込まれ、それぞれのカメラの共通座標に対するキャリブレーション・データが計算される。その詳細は第1図の場合と同じである。

第3図(b)は、第2ロボット4にパターン板が、第1ロボット1、第3ロボット30にカメラ6a、6cが結合されている場合を、第3図(c)は、第3ロボット30にパターン板3が、第1ロボット1、第2ロボット4にカメラ6a、6bが結合されている場合を、それぞれ示している。

このように、3台のロボットの任意の組み合わせで、互いに協力して相手のカメラのキャリブレーションを行うことができる。したがって、任意のカメラのキャリブレーションをニーズに応じてフレキシブルに行うことができる。

上記の説明では、3台のロボットの場合を示したが、4台以上の場合でも同様である。

第4図は、キャリブレーション完了後、ロボッ

トが移動して、ワークの位置認識を行う場合を概念的に示した図である。図において、第2ロボット4は、カメラ6のキャリブレーション完了後、AからBに移動する。第2ロボット制御装置11は、第2ロボット4の移動量を共通座標上で求め、その移動量データをメモリ(図示せず)に格納する。カメラ6はワーク40のポイント40aを撮像し、その撮像データが視覚センサ制御装置20に送られる。視覚センサ制御装置20は、第2ロボット制御装置11のメモリに格納された第2ロボット4の移動量データ、ポイント40aの撮像データ、及び第2ロボット4の移動前に求められたキャリブレーション・データ(CD)23aに基づいて、ポイント40aの共通座標上における位置に関するデータを求める。

このように、キャリブレーション完了後は、カメラの位置がロボットとともに移動したとしても、再度キャリブレーションを行う必要はない。ワークの位置は、キャリブレーション・データに基づいて、直接カメラの撮像画面から求められる。

なお、上記の説明では視覚センサとしてカメラを使用した。これ以外にもレーザ測長器等を使用して、パターン板のドットパターンを読み取り、キャリブレーション・パターン・データを求めるようにすることもできる。

[発明の効果]

以上説明したように本発明では、一方のロボットのパターン板を、他方のロボットのカメライによって撮像して、そのカメラのキャリブレーションを行う構成としたので、複数のロボットからなるロボットシステムにおいて、任意のロボットに取り付けられたカメラのキャリブレーションを手軽に、時間をかけずに行うことができる。

また、キャリブレーション治具に小型で簡単なパターン板を用いるようにしたので、キャリブレーション治具を容易に設置することができ、治具のためのスペースを設ける必要もない。

さらに、キャリブレーション治具の設置位置精度を高くするための機構を別に設ける必要がなく、

その分コストを低減することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の視覚センサのキャリブレーション方式を実施するためのロボットシステムの全体の構成図、

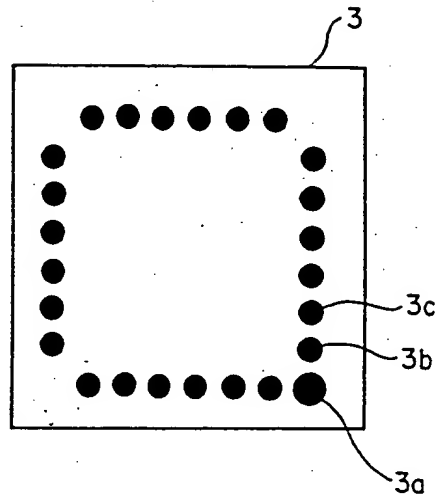
第2図はパターン板のドットパターンの詳細図、

第3図(a)、(b)及び(c)は、3台のロボットで互いにキャリブレーションを行う例を示す図、

第4図はキャリブレーション完了後、ロボットが移動してワークの位置認識を行う場合を概念的に示した図である。

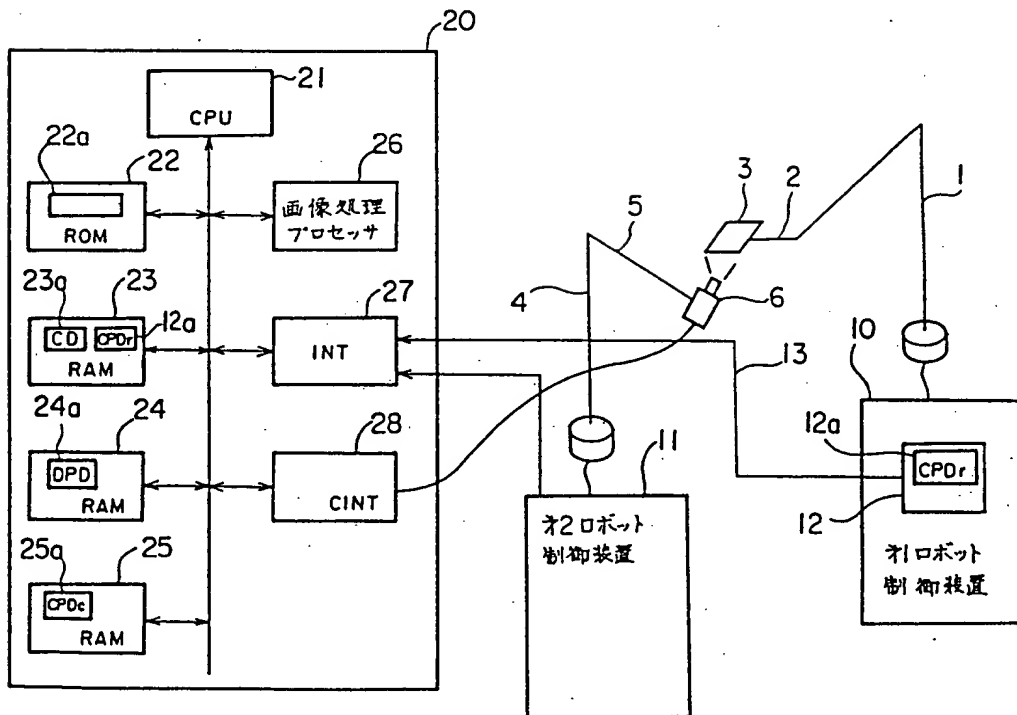
- 1 第1ロボット
- 2 アーム
- 3 パターン板
- 4 第2ロボット
- 5 アーム
- 6、6a、6b、6c

-カメラ
- 10第1ロボット制御装置
- 11第2ロボット制御装置
- 12メモリ
- 20視覚センサ制御装置
- 21プロセッサ
- 22ROM
- 23RAM
- 24RAM
- 25RAM
- 26画像処理プロセッサ
- 30第3ロボット
- 40ワーク
- CDキャリブレーション・データ
- CPD_r共通座標上のキャリブレーション・パターン・データ
- CPD_cカメラ座標上のキャリブレーション・パターン・データ

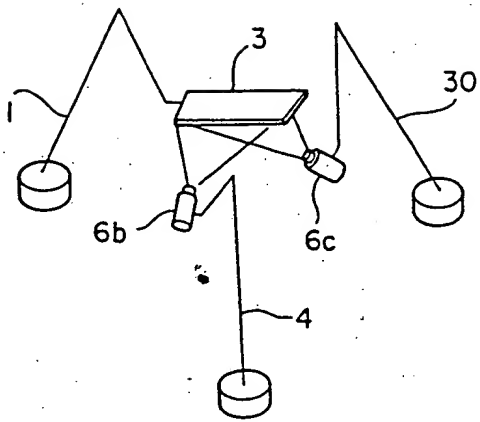


第2図

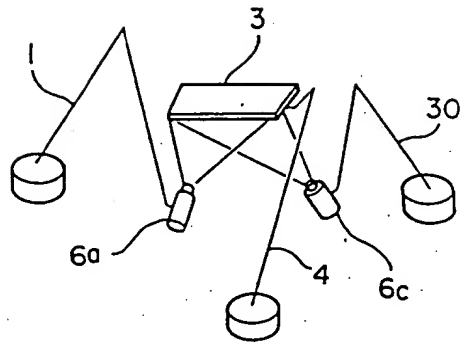
特許出願人 ファナック株式会社



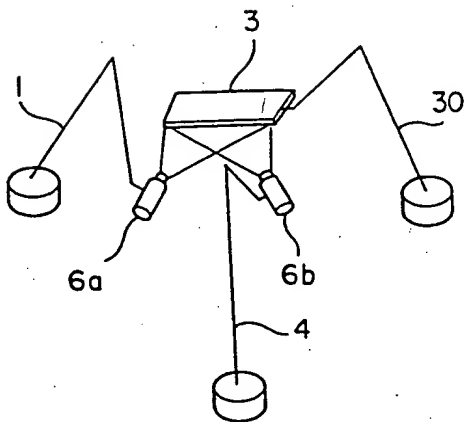
第1図



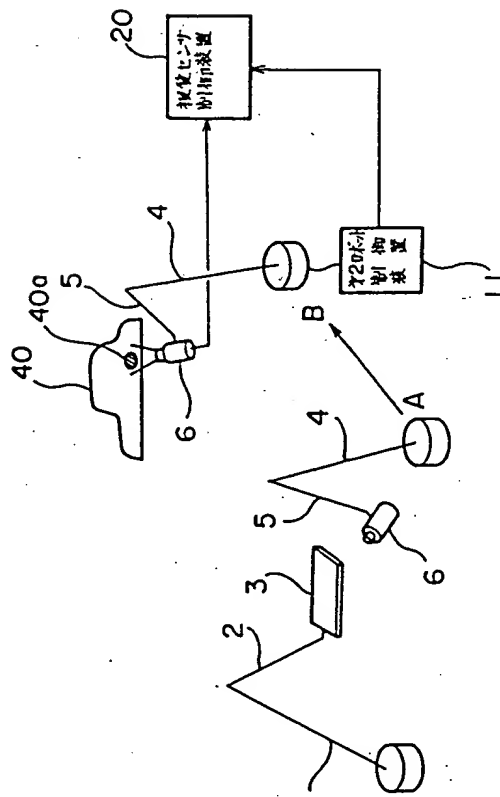
第 3 圖 (a)



第 3 図 (b)



第 3 図 (c)



第 4 圖

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.